

건조방법에 따른 우육포의 유리아미노산 및 Dipeptide 함량, 물성 및 관능 특성 비교

남기창 · 조철훈¹ · 이경행^{2*}

순천대학교 동물자원과학과, ¹충남대학교 동물자원생명과학과, ²한국교통대학교 식품영양학과

Comparison of Free Amino Acids and Dipeptide Contents, Warner-Bratzler Shear Force and Sensory Property of Beef Jerky Manufactured with Different Drying Methods

Ki-Chang Nam, Cheorun Jo¹, and Kyung-Haeng Lee^{2*}

Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

¹Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Department of Food and Nutrition, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea

Abstract

This study was conducted in order to investigate the effect of different drying methods on free amino acids and dipeptide contents, Warner-Bratzler shear force and sensory property of beef jerky products. The drying methods used for this study were sun-drying, shade-drying and hot air-drying methods. The sun-dried beef jerky had the highest free amino acids (277.45 mg/100 g) followed by shade-dried (206.43 mg/100 g) and hot air-dried (111.88 mg/100 g) ones, whereas the amount of dipeptides were the highest in the shade-dried beef jerky followed by sun-dried and hot air-dried ones. The fatty acid composition of the beef jerky was not shown any difference among the beef jerkies with 3 different drying methods. The color L*-value of the beef jerky was lower in the hot-air dried, while the a*-value was higher in the sun-dried one. The shade-dried jerky showed a lower b*-value. The shear force of beef jerky was lower when it was either sun-dried or shade-dried than when it was hot air-dried. Sensory evaluation revealed that hot air-dried beef jerky scored lower than the sun-dried and shade-dried ones ($p < 0.05$). Therefore, using either the sun drying or shade drying methods is more desirable than using the hot air drying method when manufacturing beef jerky for superior physicochemical qualities.

Key words: beef jerky, hot air-dried, sun-dried, shade-dried

서 론

최근 국민들의 소득수준 향상에 따라 축산물의 소비가 꾸준히 증가하고 있으며 특히 육류에 대한 관심이 높아짐에 따라 소비자 기호의 다양화, 편리성뿐 만 아니라 고품질의 제품을 선호하고 있다.

육류는 위생안전성 및 저장안정성을 확보하기 위하여 가열, 냉장, 냉동, 건조, 염지, 산처리, 발효 및 훈연 등의 다양한 가공처리 방법들이 이용되어 왔으며 이에 따라 다양한 가공제품들이 생산되었다. 오래전부터 육류의 저장을 위해 사용되어온 방법 중 하나는 건조로써(Fernandez-Salguero *et al.*, 1994) 식품이 갖는 수분활성도 값을 낮추

어 미생물의 생육을 억제하는 원리를 이용하는 것으로 대표적인 식품으로는 육포를 들 수 있다(Chang *et al.*, 1996). 육포는 중간수분식품(Intermediate Moisture Food, IMF)으로서 건조식품에 비해 맛과 조직감이 뛰어나며, 풍부한 단백질 함량에 비해 질량이 적고 상온저장이 가능한 식품이다. 또한, 육포는 hurdle technology라 불리는 기술을 적용한 것으로(Leistner, 1987) 식염, 아질산염, pH, 건조, 유기산, 향신료 및 포장 등의 처리방법으로 부패 미생물의 생육을 연속적으로 제어한 식품이다(Torres *et al.*, 1994).

육포는 육가공품 중 유일하게 건조법에 의해 가공된 식품으로 현재 육포 제조방법은 전통적인 방법인 천일건조 방법에서 신속하고 대량생산이 가능한 열풍건조와 같은 건조방법으로 변화하였으며 국내의 육포 제조업체는 영세하여 기술개발 및 품질관리가 어려워 육포의 영양학적 측면과 저장성 등에 관한 연구가 매우 부족한 실정이다(Choi *et al.*, 2007).

*Corresponding author: Kyung-Haeng Lee, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea. Tel: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5850, E-mail: leekh@ut.ac.kr

육포의 품질에 관한 연구는 원료의 종류(Lee and Kang, 2003; Park and Lee, 2005), 첨가제 및 부재료의 첨가(Lee and Park, 2004; Park *et al.*, 2002), 온도와 시간 또는 가공조건(Faith *et al.*, 1998) 등 분야별로 다양하게 진행되어 오고 있으나 품질 향상을 위한 더 많은 연구가 요구되고 있다.

육포 제조과정 중 건조공정은 자연건조, 열풍건조, 냉풍건조, 진공건조, 동결건조 등의 방법을 이용할 수 있다(Holdsworth, 1971). 육포 건조방법 중 자연건조 방법은 건조시간이 오래 걸리고(Park *et al.*, 2002; Lee and Park, 2004), 건조환경에 따라 건조 중에 위해요소에 오염될 가능성이 있을 것으로 생각된다. 반면, 열풍건조는 짧은 시간 내 재료의 수분함량을 낮춤으로써 저장성을 향상시키는 효과를 가져올 수 있다(Kim, 1990; Labelle and Moyer, 1966). 그러나 열풍건조는 지방의 산화가 촉진되고 풍미 및 조직감의 변화 등(Kim, 1990; Labelle and Moyer, 1966) 많은 품질변화를 가져오는 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 육포 제조시 위해요소에 대한 오염을 배제하고 건조시의 조건을 양건, 음건 및 열풍건조 방법으로 하여 제조하였을 때의 맛과 관련된 유리아미노산, dipeptide, 지방산 조성, 색상, 조직감 및 관능적 차이를 분석하여 최적의 정미성분을 갖는 건조 조건을 검토하고자 실시하였다.

재료 및 방법

육포의 제조

육포제조를 위한 원료육은 도축한지 3일된 1+ 등급의 한우육(전남 고흥) 사태 부위를 구입하여 급속냉동(-45°C)시켰다. 제조 1일전 4°C 냉장실에서 내부온도 -1°C까지 해동한 후 근섬유 방향과 평행하게 5 mm 두께로 슬라이스(HFS 350G, Hankook Fugee Industries Co., Ltd., Korea)한 후 과도한 지방조직을 제거하였으며 육포제조에 첨가된 조미액 배합비는 Table 1과 같다.

슬라이스된 육포시료는 육포양념에 혼합시킨 후 냉장고에서 24시간동안 염지시켰다. 숙성이 완료된 후 채반에 올

려 양건, 음건 및 열풍건조를 실시하였다. 건조시간은 수분활성도가 0.75±0.02 내외에 도달할 때까지로 하였다. 양건은 25-28°C, 상대습도 26-28% 범위에서 바람이 부는 날 햇볕에서 직접적으로 3.5시간동안 건조시켰으며, 음건은 15-20°C, 습도 25-30%로 12시간 동안 건조하여 제조하였다. 열풍건조의 경우, 80°C의 열풍건조기(DH.WON 01155, Daihan Co., Korea)에서 4시간 동안 건조시키고 30분 상온에서 냉각시켜 제조하였다. 각 건조방법별 건조 시간은 수분활성도 측정기(BT-RS1, Rotronic, Switzerland)를 이용하여 수분활성도 값이 0.75±0.02가 될 때까지로 하였으며 이때 측정기의 상대습도의 끝자리 수가 30분 동안 변동이 없을 때를 최종점으로 하였다. 건조가 완료된 육포는 개별적으로 진공포장하여 상온에 보관하면서 분석을 실시하였다.

유리 아미노산 함량

건조 방법을 달리하여 제조한 육포의 유리 아미노산 함량의 차이를 확인하기 위하여 Hughes 등(2002)의 방법에 따라 유리아미노산을 추출하였다. 즉 잘게 마쇄한 육포 시료 2.5 g에 2% TCA 용액 10 mL를 넣은 후 13,500 rpm/min으로 1분 동안 균질화 시키고 균질물을 17,000 g에서 15분간 원심분리한 후 0.45 µm membrane filter를 이용하여 여과하였으며 이를 Waters AccQ-Tag 법(1993, Millipore Co-Operative, USA)으로 유도체화시킨 후 유리아미노산 시료로 하였으며 RP-HPLC로 측정하였다. 이때 사용한 column은 AccQ-Tag™ column(3.9×150 mm, Waters)이었으며, 주입량은 5 µL, column 온도는 37°C, detector는 fluorescent detector(Waters™ 2475, Millipore Co-operative, USA)로 excitation wavelength는 250 nm, emission wavelength는 395 nm로 하였다. 이동상은 용매 Waters AccQ-Tag eluent A(용매 A)와 60% acetonitrile(용매 B)를 gradient법으로 분석하였으며 용매 gradient 조건은 Table 2와 같다.

Dipeptide 함량

건조 방법에 따른 육포 내 dipeptide를 분석하기 위하여 Mora 등(2007)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 마쇄한 시료 1 g에 9.0 mL의 0.01 N HCl을 첨가하여 13,500 rpm/min으로 1분 동안 균질화시키고 균질물을 17,000 g에서 15분간 원심분리하였으며 상층액 250 µL에 acetonitrile 750 µL를 넣어 혼합한 후 4°C의 냉장고에서 20분 동안 방치하였다. 그 후 10,000 rpm으로 10분간 원심분리하고 0.45 µm membrane filter를 이용하여 dipeptide 분석을 위한 HPLC 시료로 사용하였다.

HPLC 장치로는 Waters™ 1525 pump, Waters™ 717 plus autosampler(Millipore Co-Operative, USA)를 이용하였으며, 분석 컬럼은 Atlantis HILIC silica column (4.6×150 mm, 3 µm, waters)을 사용하였다. Detector는 diode array

Table 1. Formular for curing solution of beef jerky

Ingredients	Amount (g)
Beef	1,000 (81.5%)
Water	118.8 (9.7%)
Sodium chloride	50 (4.1%)
Brown sugar	40 (3.3%)
Sodium nitrite	0.05 (0.004%)
Phosphates	0.5 (0.04%)
Ginger powder	5.0 (0.4%)
Onion powder	5.0 (0.4%)
Garlic powder	5.0 (0.4%)
Black pepper	2.0 (0.2%)

Table 2. HPLC gradient conditions for the measurement of free amino acid in beef jerky

Time (min)	Flow rate (mL/min)	Mobile phase	
		A (%)	B (%)
Initial	1.0	100	0
0.5	1.0	98	2
15.0	1.0	93	7
19.0	1.0	90	10
32.0	1.0	67	33
33.0	1.0	67	33
34.0	1.0	0	100
37.0	1.0	0	100
38.0	1.0	100	0
45.0	1.0	100	0

detector(Waters 2487, Millipore Co-Operative, USA)를 사용하였으며, creatine, carnosine, anserine을 분석하기 위하여 214 nm에서, creatinine 분석을 위해서는 236 nm에서 측정하였다. 이동상은 A 용매는 pH 5.5로 조정된 0.65 mM ammonium acetate in water/acetonitrile(25:75, v/v), B 용매는 pH 5.5로 조정된 4.55 mM ammonium acetate in water/acetonitrile (70:30, v/v)를 사용하였으며 dipeptide를 분리하기 위하여 용매 B를 직선구배식(linear gradient, 0-100%)으로 분당 1.2 mL/min으로 하여 16분 동안 분석하였으며 20 µL를 주입하였다. 표준물질로는 carnosine, anserine, creatine 및 creatinine을 Sigma사(USA)로부터 구입하여 사용하였다.

지방산 조성

건조방법을 달리하여 제조한 육포의 지방산 조성을 측정하기 위하여 Folch 등(1957)의 방법에 따라 육포로부터 지질성분을 추출하였다. 즉 육포 30 g에 150 mL의 Folch solvent(methanol:chloroform = 1:2, v/v)를 첨가하여 지방질 성분을 추출하였으며 이 용액에 0.88% KOH 용액을 첨가한 후 마개를 닫아 혼합하고 2시간 동안 실온에 방치하였다. 그 후 상층은 제거하고 하층인 chloroform 층은 무수 Na₂SO₄를 이용하여 수분을 제거하고 여과시켰으며 N₂ gas(99.999%)를 이용하여 용매를 제거하였다. 추출한 지질 100 µL에 BF₃-methanol(Sigma-Aldrich Co., USA)을 1 mL 첨가하고 30분 동안 70°C에서 methylation 시켰다. 그 후 methylation 시킨 시료를 냉각시키고 2 mL의 hexane(HPLC grade)과 5 mL의 증류수를 첨가하여 혼합한 후 층분리가 일어나면 fatty acid methyl ester가 용해된 hexane 층을 분획하여 GC vial로 옮긴 후 gas chromatograph(HP Agilent 7890A, USA)로 지방산 조성을 측정하였다. 이때 사용한 column은 DB-Wax(50 m×0.25 mm×0.25 µm, Agilent, USA)을 사용하였으며 oven 온도 200°C, inlet 온도 250°C, detector 온도 250°C로 하였다. Carrier gas로는 helium을 사용하여 분당 0.79 mL/min로 흘려 보내주었으며 split ratio

는 100:1로 하여 측정하였다. 지방산은 standard의 retention time과 비교하였으며 peak area의 상대적인 비로 나타내었다.

색도 측정

건조방법을 달리하여 제조한 육포의 색도변화 측정은 색차계(model CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 육포 표면 색의 Hunter L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness) 값을 측정하였으며 시료 간 편차를 줄이기 위하여 시료 당 5회 이상의 반복 시험을 하여 색도의 변화 정도를 측정하였으며 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L*, a* 및 b*값은 각각 96.12, 0.03 및 2.22였다.

전단력 측정

건조방법을 달리하여 제조한 육포의 전단력 측정은 Warner-Bratzler shear를 장착한 Texture analyzer(TA-XT II, Stable Micro System Ltd., UK)를 사용하여 동일한 크기의 육포(20 mm×20 mm)가 완전히 절단될 때까지의 전단력(shear force work, kgs)을 측정하였다. 측정조건은 Oh 등(2008)의 방법을 약간 변형하여 pre test speed: 5.00 mm/sec, test speed: 5 mm/sec, post test speed: 5 mm/sec, distance: 35 mm, mode: measure force in compression, trigger force: 5.0 g으로 하여 측정하였다.

관능검사

최적의 육포 건조방법을 확인하기 위하여 식품영양학과 학생 10명을 선정하여 시료의 평가 방법 및 평가 특성에 대한 교육을 실시한 후 세자리 난수를 써넣은 시료를 무작위로 배열하고 나눠준 뒤 시료의 맛, 향, 색, 연도(tenderness) 및 종합적 기호도에 대하여 대단히 싫다(dislike extremely) 1점, 보통이다(neither like nor dislike)를 3점, 대단히 좋다(like extremely)를 5점으로 하는 Likert 5점 척도법에 따라 측정하였다.

통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., USA) 프로그램을 이용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 평균값 간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

유리 아미노산 함량

양건, 음건 및 열풍건조 등의 방법으로 육포를 제조하였을 때 유리 아미노산 함량의 차이를 확인한 결과는 Table 3과 같다.

양건한 육포에서의 총 유리아미노산 함량은 277.45 mg/100 g이었으며 음건은 206.43 mg/100 g, 열풍건조의 경우,

111.88 mg/100 g으로 건조 방법에 따른 유리 아미노산의 함량차이가 많았으며, 양건에 의한 건조가 가장 많은 유리아미노산을 함유하고 있었고, 다음으로는 음건이 양건보다 낮은 함량을 보였으며 열풍건조의 경우, 유리아미노산의 함량이 상대적으로 적은 것으로 나타나($p<0.05$) 건조 방법에 따라 유리아미노산의 함량이 다르므로 이에 따른 풍미도 많은 차이를 보일 수 있을 것으로 판단되었다.

아미노산별로 가장 많은 함량을 나타내는 아미노산으로는 양건의 경우, arginine, alanine, glutamic acid, lysine의 순이었으며 음건의 경우는 arginine, alanine, threonine, glutamic acid의 순이었고 열풍건조의 경우, arginine, alanine, histidine, glutamic acid의 순으로 건조 방법에 관계없이 가장 많은 유리아미노산은 arginine 이었다.

유리아미노산 중 필수 아미노산의 함량에 따라서 분류해보면 총 유리아미노산의 함량과 동일하게 양건, 음건, 열풍건조의 순으로 나타났다. 이와 같이 양건에서 유리아미노산의 함량이 높게 나타난 이유는 육포를 양건할 때의 온도가 25-28°C 정도로 음건(15-20°C)할 때나 열풍건조(80°C)할 때 보다 육포 내 존재하는 자가분해 단백질 분해효소의 더 많은 작용으로 좀 더 많은 유리아미노산이 생성되었던 것으로 판단된다. Flores 등(1996) 및 Nishimura 등(1998)은 고기를 저장하는 동안 aminopeptidase의 작용에 의해 유리아미노산의 함량이 증가한다고 하여 육포와

생육간의 차이는 있겠지만 건조 조건 또는 숙성 중의 조건에 의해 유리아미노산의 생성량이 달라질 수 있을 것으로 판단되었다.

Dipeptide의 함량

건조 방법을 달리하여 육포를 제조하고 육포 내 존재하는 dipeptide의 함량을 측정된 결과는 Table 4와 같다.

Hydrophilic interaction chromatography(HILIC)를 이용하여 분석한 육포내 dipeptide로는 carnosine, anserine, creatinine 및 creatine 등 네 가지 성분을 분석하였으나 creatinine은 모든 육포에서 검출되지 않았다.

분석한 dipeptide의 총 함량은 음건이 2,904.73 mg/100 g으로 가장 많은 함량을 함유하고 있었으며 그 다음으로는 양건, 열풍건조의 순이었으나 열풍건조의 경우, 양건 및 음건한 육포에서의 함량과는 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 함량면으로 보면 양건과 음건은 creatine, carnosine, anserine의 순이었으며 열풍건조에서는 carnosine의 함량이 거의 발견되지 않았다.

Mora 등(2011)은 dry-cured ham 숙성 중 endopeptidase들과 exopeptidase들에 의해 유리아미노산의 함량 증가뿐만 아니라 peptide의 함량도 증가한다고 하여 육포와는 차이가 있겠지만 열풍건조 보다는 건조 온도가 낮은 음건과 양건시 단백질 분해 효소들의 작용으로 dipeptide의 함량이 높은 것으로 사료되었으며 육포에서의 dipeptide의 변화에 대한 결과는 찾아볼 수 없어 비교할 수 없었으며 육포 내 dipeptide 함량 변화에 관한 연구도 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

한편, carnosine은 β -alanine과 L-histidine을 함유하는 dipeptide이고 anserine은 carnosine에 methyl기가 결합된 유사한 구조를 가진 imidazole dipeptide이다. 이들은 근육, 심장 및 신경조직 등에 존재하는데 운동에 의해 생성되는 lactic acid의 상쇄작용, hydroxy radical 또는 일중항산소의 소거 및 지질과산화물 억제할 수 있는 물질로 최근에 알려진 기능성 식품 소재 중의 하나이며 구수한 맛에 관여하는 물질로 알려져 있다(Ahn and Park, 2002). 또한 creatine은 여러 조직 내에서 과격한 에너지를 요구할 때 에너지 전달과정에서의 주요한 물질 중의 하나이다(Mora

Table 3. Changes of free amino acid contents (mg/100 g) in beef jerky treated by different drying methods

	Sun-dried	Shade-dried	Hot air
Asp	2.88±0.87 ^{a1)}	ND ^{b2)}	0.30±0.43 ^b
Ser	11.69±0.79 ^a	4.43±0.45 ^b	2.63±0.03 ^c
Glu	25.17±0.92 ^a	10.60±0.82 ^b	10.28±0.46 ^b
Gly	6.57±0.35 ^a	2.89±0.22 ^b	2.44±0.07 ^b
His	20.46±0.72 ^a	9.80±0.93 ^b	11.48±0.34 ^b
Arg	70.69±3.71 ^b	108.70±6.82 ^a	40.37±2.21 ^c
Thr	17.04±0.98 ^b	21.24±1.70 ^a	7.57±0.45 ^c
Ala	34.97±1.40 ^a	22.20±1.48 ^b	23.36±0.87 ^b
Pro	12.17±0.55 ^a	3.53±0.30 ^b	2.75±0.04 ^b
Cys ³⁾	2.04±0.02 ^a	1.15±0.12 ^b	ND ^c
Tyr	5.13±0.33 ^a	1.38±0.15 ^b	0.86±0.02 ^b
Val	11.73±0.58 ^a	3.71±0.37 ^b	2.12±0.02 ^c
Met	4.82±0.27 ^a	1.26±0.19 ^b	0.48±0.01 ^c
Lys	23.58±1.36 ^a	5.72±0.60 ^b	2.88±0.08 ^c
iLe	7.11±0.44 ^a	2.56±0.31 ^b	1.06±0.04 ^c
Leu	14.03±0.77 ^a	4.68±0.56 ^b	2.28±0.02 ^c
Phe	7.38±0.50 ^a	2.56±0.34 ^b	1.03±0.01 ^c
Essential a. a	85.68±0.70 ^a	41.74±0.58 ^b	17.42±0.09 ^c
Non essential a.a	191.77±0.96 ^a	164.69±1.13 ^a	94.46±0.45 ^b
Total	277.45±0.82 ^a	206.43±1.59 ^b	111.88±0.55 ^c

¹⁾Values with different superscripts within the same row (a-c) were significantly different ($p<0.05$).

²⁾ND, Not detected

³⁾Cys, cystine

Table 4. Changes of dipeptide contents (mg/100 g) in beef jerky treated by different drying methods

	Sun-dried	Shade-dried	Hot air
Creatine	1,710.77±12.98 ^{b1)}	1,893.62±14.10 ^a	1,136.24±44.73 ^c
Carnosine	335.24±107.34 ^b	742.09±16.50 ^a	tr ²⁾
Anserine	214.16±31.35 ^a	269.03±3.76 ^a	24.74±2.54 ^b
Total	2,260.17±125.71 ^b	2,904.73±6.16 ^a	1,160.98±42.18 ^c

¹⁾Values with different superscripts within the same row (a-c) were significantly different ($p<0.05$).

²⁾tr, Trace

et al., 2007).

지방산 조성

건조방법을 달리하여 제조한 육포의 지방산 조성을 측정한 결과는 Table 5와 같다.

소고기를 원료육으로 사용함에 따라 육포에서도 oleic acid가 42.35-44.57%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, palmitic acid, stearic acid 등이 그 다음으로 많은 부분을 차지하였다. 건조방법에 따른 지방산의 변화에서는 stearic acid와 linoleic acid는 양건한 육포에서 높게 나타났고 음건한 육포에서는 oleic acid가 다소 높은 것으로 나타났다 ($p<0.05$). 대체적으로 양건한 시료에서 불포화지방산의 비율이 다소 낮은 것은 oleic acid의 함량이 낮게 나타났기 때문으로 판단되었다.

Yang 등(2009)은 소고기로 제조한 육포의 지방산 조성을 분석한 결과, oleic acid가 가장 많은 함량을 나타내었고 다음으로는 palmitic acid, stearic acid의 순으로 본 결과와 일치하였다.

색도 및 조직감 측정

건조방법을 달리하여 제조한 육포의 색도 및 조직감의 차이를 측정한 결과는 Table 6과 같다.

육포의 L*값은 양건의 경우, 19.95로 음건과 유의적인 차이를 갖지 않는 것으로 나타났다($p>0.05$). 그러나 열풍 건조한 육포에서는 L*값이 17.93으로 감소하여 높은 온도

Table 6. Hunter color and shear force values in beef jerky treated by different drying methods

	Sun-dried	Shade-dried	Hot air
L*	19.95±1.18 ^a	19.79±1.11 ^a	17.93±1.44 ^b
a*	3.90±0.43 ^a	1.90±0.24 ^b	1.99±0.81 ^b
b*	1.43±0.47 ^a	0.98±0.36 ^b	1.65±0.49 ^a
Shear force work (kg·s)	43.43±19.56 ^b	45.27±10.42 ^b	79.12±16.69 ^a

¹⁾Values with different superscripts within the same row (a, b) were significantly different ($p<0.05$).

에 의해 어두워지는 것을 알 수 있었다. a*값의 경우, 양건은 3.90의 적색도값을 나타내었으며 음건과 열풍 건조한 육포에서는 각각 1.90 및 1.99로 양건에 비하여 낮은 적색도를 나타내었다. b*값의 경우, 양건은 1.43의 값을 보였고 열풍 건조 육포의 황색도와는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 음건은 0.98로 가장 낮은 황색도를 보이는 것으로 나타났다.

Park과 Park(2007)은 감초와 향신료 추출물을 첨가하여 열풍 건조 및 송풍 건조하여 제조한 육포의 색도를 측정하고, 열풍 건조에 의하여 명도, 적색도 및 황색도 모두 감소한다고 하여 본 결과의 양건과 비교해 볼 때 열풍 건조에 의하여 명도 및 적색도의 변화는 동일한 결과를 보였지만 황색도의 경우에는 참고문헌과 달리 유의적인 차이를 보이지 않았고, 음건과 열풍 건조 간에 비교해 보면 음건 시에는 더욱 황색도가 감소하는 것으로 나타나 건조 조건별로 약간의 차이는 있는 것으로 나타났다. Lee 등(2004)

Table 5. Changes of fatty acid composition (%) in beef jerky treated by different drying methods

Fatty acid	Sun-dried	Shade-dried	Hot air
Pentadecenoic acid (C15:1)	0.75±0.01 ^b	0.40±0.01 ^c	0.96±0.01 ^a
Palmitic acid (C16:0)	25.29±0.08	26.03±0.11	24.80±0.11
Palmitoleic acid (C16:1)	4.14±0.02 ^c	6.38±0.01 ^a	5.00±0.01 ^b
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.92±0.07	0.77±0.06	0.78±0.04
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.97±0.02	1.09±0.03	1.01±0.09
Stearic acid (C18:0)	13.44±0.03 ^a	10.43±0.01 ^c	11.27±0.06 ^b
Oleic acid (C18:1)	42.35±0.05 ^c	44.57±0.04 ^a	44.45±0.02 ^b
Linoleic acid (C18:2)	3.33±0.03 ^a	2.15±0.001 ^c	3.21±0.03 ^b
Linolenic acid (C18:3)	0.42±0.09	0.33±0.03	0.40±0.04
Arachidic acid (C20:0)	0.09±0.03	0.05±0.02	0.07±0.03
Eicosenic acid (C20:1)	0.27±0.03	0.27±0.03	0.24±0.03
Eicodadienoic acid (C20:2)	0.06±0.03	0.03±0.03	0.05±0.01
Eicodatrienoic acid (C20:3)	0.30±0.01 ^a	0.16±0.00 ^b	0.32±0.02 ^a
Arachidonic acid (C20:4)	0.83±0.02	0.88±0.04	0.49±0.03
SFA ¹⁾ (%)	39.74±0.07 ^a	37.28±0.04 ^b	36.91±0.08 ^c
PUFA ²⁾ (%)	4.93±0.06 ^a	3.54±0.09 ^c	4.45±0.06 ^b
MUFA ³⁾ (%)	48.48±0.03 ^c	52.72±0.03 ^a	51.66±0.03 ^b
UFA ⁴⁾ (%)	53.41±0.02 ^c	56.26±0.06 ^a	56.11±0.02 ^b

Values with different superscripts within the same row (a-c) were significantly different ($p<0.05$).

¹⁾SFA, Saturated fatty acid.

²⁾PUFA, Poly-unsaturated fatty acid.

³⁾MUFA, Mono-unsaturated fatty acid.

⁴⁾UFA, Unsaturated fatty acid.

Table 7. Sensory scores in beef jerky treated by different drying methods

	Sun-dried	Shade-dried	Hot air
Taste	4.15±0.35 ^{ab1)}	4.27±0.38 ^a	3.80±0.42 ^b
Flavor	3.86±0.37	3.78±0.27	3.61±0.26
Color	4.38±0.32 ^a	4.13±0.25 ^a	3.68±0.25 ^b
Tenderness	4.14±0.20 ^{ab}	4.20±0.32 ^a	3.89±0.36 ^b
Overall acceptability	4.17±0.32 ^a	4.05±0.20 ^a	3.71±0.20 ^b

¹⁾Values with different superscripts within the same row (a, b) were significantly different ($p < 0.05$).

과 Oh(2002)는 육포 건조시의 건조방법, 건조속도 상수의 차이 등 복합적인 요인에 의해 차이를 보인다고 하여 이에 대한 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

제조한 육포에서 전단력의 경우, 양건과 음건은 각각 43.43 및 45.27 kg로 유의적인 차이가 없었으나 열풍건조는 79.12 kg으로 높은 전단력을 보여 건조 과정 중 수축 변형 및 표면 경화 현상 등과 같은 품질변화가 많이 일어났음을 알 수 있었다. Lee 등(2004)은 육포를 열풍건조하였을 때 경도, 씹힘성 및 인장력이 가장 크다고 하여 본 결과의 전단력 결과와 유사한 경향이였다.

관능검사

최적의 육포 건조방법을 확인하기 위하여 제조한 육포의 관능검사 결과는 Table 7과 같다.

맛의 경우, 음건하였을 때 가장 높은 관능검사 결과 값을 나타내었고 열풍건조시 가장 낮은 기호도 값을 나타내었으며 향의 경우에는 양건, 음건 및 열풍건조 육포 모두 유의적인 차이를 보이지는 않았다($p > 0.05$). 색에 대한 관능검사 결과에서는 양건과 음건은 유의적인 차이를 보이지는 않았으며 열풍건조시에는 낮은 기호도 값을 나타내었다($p < 0.05$). 이와 같이 열풍건조한 육포에서의 낮은 기호도는 앞서 색도 결과에서 보는 바와 같이 명도가 낮기 때문인 것으로 사료되었다. 연도에서는 음건>양건>열풍건조의 순이었고 종합적 기호도에서는 열풍건조 육포가 가장 낮은 기호도를 보였으며 양건과 음건한 육포는 유의적인 차이를 보이지는 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

이상의 결과를 보면 열풍건조는 높은 온도에 의하여 육포 표면의 수분이 급속히 건조되어 기호도가 감소하는 것으로 판단되었으며 양건과 음건한 육포에서는 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 판단되었다. Park과 Park(2007)은 열풍건조에 의한 육포 제조 보다는 송풍건조 시 품질특성이 우수한 육포의 제조에 도움이 될 수 있을 것이라 하여 본 결과와 유사한 것으로 사료되었다.

요 약

육포 제조시 건조방법을 양건, 음건 및 열풍건조방법으

로 하여 제조하였을 때의 맛과 관련된 유리아미노산, dipeptide, 지방산 조성의 차이 및 색상, 조직감 및 관능적 차이를 분석하여 정미성분에 따른 최적의 건조 조건을 검토하였다. 양건한 육포에서의 총 유리아미노산 함량은 277.45 mg/100 g이었으며 음건은 206.43 mg/100 g, 열풍건조의 경우, 111.88 mg/100 g으로 건조 방법에 따라 유리 아미노산의 함량 차이가 많았으며 양건에 의한 건조가 가장 많은 유리아미노산을 함유하는 것으로 나타났다. 분석한 dipeptide의 총 함량은 음건이 2,904.73 mg/100 g으로 가장 많은 함량을 함유하고 있었으며 그 다음으로는 양건, 열풍건조의 순이었으나 열풍건조의 경우, 양건 및 음건한 육포에서의 함량과는 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 지방산 조성의 경우, 세 건조방법 모두 유사한 지방산 조성으로 구성되어 있었다. 색도의 경우, 명도는 열풍건조시 감소하였고 적색도에서는 양건이 높은 값을 보였으며 황색도에서는 음건한 육포에서 낮은 값을 나타내었다. 조직감에서는 열풍건조 제품보다 양건과 음건에서 낮은 전단력을 보이는 것으로 나타났다. 관능검사 결과, 열풍건조한 육포가 가장 낮은 기호도를 보였고 양건과 음건한 육포는 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 따라서 육포 제조시 이화학적 품질 특성이 우수한 제품을 제조하기 위해서는 양건 또는 음건하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- Ahn, D. H. and Park, S. Y. (2002) Studies on components related to taste such as free amino acids and nucleotides in Korean native chicken meat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 547-552.
- Chang, F. S., Huang, T. C., and Pearson, A. M. (1996) Control of the dehydration process in production of intermediate moisture meat products: a review. *Adv. Food Nutr. Res.* **29**, 71-161.
- Choi, Y. S., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. Y., Paik, H. D., and Kim, C. J. (2007) Effects of packaging methods on the quality of Korean style beef and pork jerky during storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* **23**, 579-588.
- Faith, N. G., Le Coutour, N. S., Alvarenga, M. B., Calicioglu, M., Buege, D. R., and Luchansky, J. B. (1998) Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in ground and formed beef jerky prepared at levels of 5 and 20% fat and dried at 52, 57, 63, or 68°C in a home-style dehydrator. *Int. J. Food Microbiol.* **41**, 213-221.

5. Fernandez-Salguero, J., Gomez, R., and Carmona, M. A. (1994) Water activity of spanish intermediate-moisture meat products. *Meat Sci.* **38**, 341-346.
6. Flores, M., Aristoy, M. C., and Toldr, F. 1996. HPLC purification and characterization of soluble alanyl aminopeptidase from porcine skeletal muscle. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 2578-2583.
7. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
8. Holdsworth, S. D. (1971) Dehydration of food products. *Food Technol.* **6**, 331-338.
9. Hughes, M. C., Kerryb, J. P., Arendtb, E. K., Kenneallyc, P. M., McSweeneya, P. L. H., and O'Neill, E. E. (2002) Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Sci.* **62**, 205-216.
10. Kim, M. H. (1990) Effects of pretreatments prior to conventional dehydration on dried product quality. *Biochem. Eng. J.* **4**, 30-38.
11. Labelle, R. L. and Moyer, J. C. (1966) Dehydrofreezing red tart cherries. *Food Technol.* **20**, 1345-1352.
12. Lee, S. J., and Park, G. S. (2004) The quality characteristics of beef jerky prepared with various spices. *Korean J. Food Cookery Sci.* **20**, 489-497.
13. Lee, S. W. and Kang, C. S. (2003) Effects of moisture content and drying temperature on the physicochemical properties of ostrich jerky. *Nahrung/Food.* **47**, 330-333.
14. Lee, S. W., Lee, B. S., Cha, W. S., Park, J. H., Cho, Y. J., Kim, J. K., Hong, J. H., and Lee, W. Y. (2004) Diffusion of salt and drying characteristics of beef jerky. *Korean J. Food Preserv.* **11**, 508-515.
15. Leistner, L. (1987) Shelf stable product and intermediate moisture foods based on meat. In: *Awtheory and application to food*. Rockland, L. and Beuchat, L. B. (eds), Marcel Dekker Inc., New York, pp. 295-328.
16. Mora, L. Sentandreu, M. A., and Toldr, F. (2007) Hydrophilic chromatographic determination of carnosine, anserine, balenine, creatine, and creatinine. *J. Agric. Food Chem.* **55**, 4664-4669.
17. Mora, L., Valero, M. L., Snchez del Pino, M. M., Sentandreu, M. A., and Toldr, F. (2011) Small peptides released from muscle glycolytic enzymes during dry-cured ham processing. *J. Proteomics* **74**, 442-450.
18. Nishimura, T., Okitani, A., and kato, H. (1988) Identification of neutral aminopeptidases responsible for peptidolysis in post-mortem rabbit skeletal muscle. *Agric. Biol. Chem.* **52**, 2183-2190.
19. Oh, J. S. (2002) Quality characteristics of beef jerky prepared with different methods Master Thesis, Sunchon Univ., Sunchon, Korea.
20. Oh, J. S., Han, I. J., Park, J. G., Park, J. N., Song, B. S., Kim, J. H., Byun, M. W., Chun, S. S., and Lee, J. W. (2008) Effect of gamma irradiation on physicochemical and sensory properties of restricted pork jerky. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 362-366.
21. Park, C. J. and Park, C. S. (2007) The effects of drying method and spice extracts added to beef jerky on th quality characteristics of beef jerky. *Korean J. Food Cookery Sci.* **23**, 800-809.
22. Park, G. S., Lee, S. J., and Jeong, E. S. (2002) The quality characteristics of beef jerky according to the kinds of saccharides and the concentration of green tea powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* **31**, 230-235.
23. Park, J. H. and Lee, K. H. (2005) Quality characteristics of beef jerky with beef meat of various places of origin. *Korean J. Food Cookery Sci.* **21**, 528-535.
24. Torres, E. A. S., Shimokomaki, M., Feanco, B. D. G. M., Landgraf, M., Carvalho, B. C., and Santos, J. C. (1994) Quality parameters determination of charqui, an intermediate moisture meat product. *Meat sci.* **38**, 229-234.
25. Waters AccQ-Tag amino acid analysis system. 1993. Operator's manual, Manual number 154-02TP REV O June, USA.
26. Yang, H. S., Hwang, Y. H., Joo, S. T., and Park, G. B. (2009) The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky. *Meat Sci.* **82**, 289-294.

(Received 2012.8.29/Revised 2012.9.27/Accepted 2012.10.14)